UNIVERSITE DE PARIS V RENE DESCARTES
FACULTE DE MEDECINE COCHIN PORT-ROYAL

Année 1972

THÈSE

N° 96

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ETAT)

PAR

Bertrand WECHSLER
Interne des Hôpitaux de Paris
né le 27 février 1940 à PARIS 17ème

Présentée et soutenue publiquement le :

L'ANGIOGRAPHIE ISOTOPIQUE AU TECHNETIUM 99 M DANS L'EXPLORATION DES GROS TRONCS ARTERIO VEINEUX

Président : M. GODEAU, Professeur

COPEDITH - 70, rue de Flandre - PARIS XIXe

UNIVERSITE DE PARIS V RENE DESCARTES
FACULTE DE MEDECINE COCHIN PORT-ROYAL

Année 1972

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ETAT)

PAR

Bertrand WECHSLER
Interne des Hôpitaux de Paris
né le 27 février 1940 à PARIS 17ème

Présentée et soutenue publiquement le :

L'ANGIOGRAPHIE ISOTOPIQUE AU TECHNETIUM 99 M DANS L'EXPLORATION DES GROS TRONCS ARTERIO VEINEUX

Président : M. GODEAU, Professeur

COPEDITH - 70, rue de Flandre - PARIS XIXe

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A ma Femme,

En témoignage de mon amour.

A mes Fils,

A mes Parents,

A qui je dois ma vocation médicale.

A toute ma Famille,

A mes Amis.

A mes collègues.

A Monsieur le Professeur Pierre GODEAU,

Professeur de la Faculté de Médecine de Paris,

qui nous inspira cette thèse, qu'il accepte de présider.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de nos remerciements sincères pour l'enseignement qu'il a su nous prodiguer en nous faisant profiter de toute son expérienc

En témoignage de notre respectueux attachement.

A Monsieur le Professeur Florian DELBARRE

Doyen de la Faculté COCHIN-PORT-ROYAL,
Chevalier de la Légion d'Honneur,
Professeur de Clinique Rhumatologique de la Faculté de Médecine de Paris,

en témoignage de mon profond respect, et en remercie-
ment de l'enseignement reçu dans son service.

A monsieur le Professeur Henri BRICAIRE,

qui a bien voulu nous recevoir dans son Service, et nous honorer de son enseignement,

En témoignage de notre gratitude et de notre respect.

A Monsieur le Professeur Pierre ROYER,

Qu'il trouve ici le témoignage de mon profond respect et de mon admiration.

A nos Maîtres :

Monsieur le Professeur Jacques SALET

Monsieur le Professeur Jacques LAFOURCADE

Monsieur le Professeur André BUGE

Monsieur le Professeur Maurice DEROT

qui nous ont fait l'honneur de nous accueillir pendant nos d'Internat,

en témoignage de notre respectueuse reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Agrégé Mario RENOUX,

qui a bien voulu nous accepter dans son équipe à la Faculté de Médecine Cochin-Port-Royal.

A nos Maîtres dans les Hôpitaux :

EXTERNAT

Monsieur le Docteur Sylvain BLONDIN

Monsieur le Professeur L. Justin BESANCON

Monsieur le Professeur André CORNET

Monsieur le Professeur Robert WORMS

Monsieur le Professeur Georges BROUET

INTERNAT DE LA CIRCONSCRIPTION DE PARIS

Monsieur le Professeur Armand MOLINIER

INTERNAT

Monsieur le Professeur Jacques SALET

Monsieur le Professeur Jacques LAFOURCADE

Monsieur le Professeur Henri BRICAIRE

Monsieur le Professeur André BUGE

Monsieur le Professeur Florian DELBARRE

Monsieur le Professeur Pierre ROYER

Monsieur le Professeur Pierre GODEAU

Monsieur le Professeur Maurice DEROT

A Monsieur le Docteur COMET,

Monsieur le Docteur VINOT,

qui m'ont aidé de leurs conseils pour la réalisation de cette thèse.

L'ANGIOGRAPHIE ISOTOPIQUE AU TECHNETIUM 99 M

DANS L'EXPLORATION DES GROS TRONCS ARTERIO VEINEUX

Dès 1958, REJALI, MAC INTYRE et FRIEDELL réalisèrent les premières scintigraphies cardiaques. (50)

HARPER fut le premier, en 1965, à introduire en Médecine l'utilisation du Technetium 99 m, chef de file des radioéléments à période courte. (25).

Cet émetteur gamma, dont la période d'activité est extrèmement brève, peut être suivi dans sa progression vasculaire grâce à l'emploi de détecteurs rapides, véritables "caméras" à scintillations.

Ainsi peuvent être réalisées des angiographies isotopiques permettant l'étude des gros troncs vasculaires et du coeur.

Cette méthode d'une inocuité absolue, mérite donc de figurer parmi les moyens rapides de dépistage des anomalies majeures des gros troncs veineux et artériels.

Nous rapportons ici 14 observations de malades suivis dans le Service de Médecine Interne du Professeur GODEAU, et explorés dans le service de radioisotopes du Professeur ROUCAYROL (C. H. U. COCHIN PORT-ROYAL).

L'angiographie isotopique permet :

- de porter à bon escient l'indication d'une opacification conventionnelle,
- de porter parfois à elle seule un diagnostic d'anomalie vasculaire à sanction chirurgicale,
- de pratiquer une surveillance post-opératoire plus rigoureuse sans recourir à des explorations souvent mal tolérées par le malade et non dénuées de risques.

Nous étudierons successivement :

- la technique de l'examen,
- le détail de nos 14 observations,
- la place et les indications de ces nouvelles méthodes au sein des explorations conventionnelles,
- les données actuelles de la littérature.

TECHNIQUE

Le principe de l'angiographie isotopique est de rendre l'espace vasculaire, et lui seul, radioactif au moyen d'un radioisotope injecté par voie veineuse.

Le produit injecté doit donc rester intravasculaire, le temps de l'examen. Son type dépendra du détecteur utilisé.

LE DETECTEUR.

Le Service de Radioisotopes du C. H. U. COCHIN est équipé d'un détecteur fixe, ou caméra à scintillation du type de celle décrite par ANGER (4). Il comporte :

- un collimateur à canaux cylindriques multiples,
- un cristal d'iodure de soduim entouré de plombs,
- 19 photomultiplicateurs qui transforment en influx électrique les signaux lumineux produits par intéraction des photons gamma et du cristal,
- un dispositif permet de localiser la scintillation dans le cristal. Cette scintillation détermine un spot lumineux sur l'écran d'un oscilloscope que l'on peut alors photographier au polaroïd,
- cette scintillation peut également être stockée sur bande magnétique.

LE TRACEUR.

Le traceur utilisé est le Technetium 99 m sous forme de pertechnetate.

Il appartient au groupe VII A de la classification de MENDELEIEFF avec le Manganèse et le Rhenium dont il est très proche.

Sa préparation, codifiée par HARPER (25), est simple. Il est obtenu sur place par élution d'une colonne génératrice de Molybdene 99 au moyen d'une solution isotonique à 9 grammes % de Nacl, stérile et apyrogène.

Il est donc recueilli directement et prêt à l'emploi, sous forme de pertechnetate de sodium Tc04. Une colonne de Molybdene contenant 100 à 200 millicuries de cet élément permet une élution quotidienne de pertechnetate pendant une quinzaine de jours.

Métastable, il a une période physique extrèmement courte (6 heures). Il doit donc être utilisé très rapidement après son élution.

Il émet un rayonnement gamma pratiquement pur de 0,14 MeV

Il donne naissance à du 99 Technetium radioactif lui aussi, de période très longue ($2,1 \times 10^5$ années) qui se désintègre à son tour en émettant un rayonnement béta de 290 KEV pour donner du Ruthenium 99 stable.

L'INJECTION.

Elle se fait au niveau d'une veine cubitale par injection "chassée".

Par l'intermédiaire d'une seringue de Tournant on injecte 10 millicuries de pertechnetate, puis rapidement 10 cc d'une solution de sérum isotonique.

Cette méthode permet la constitution d'un véritable "embol" radioactif dont il est aisé de suivre la progression.

DOSIMETRIE. (59, 67, 44)

A/ Une fois injecté, le pertechnetate se retrouve :

- Dans le sang.

Une heure après l'administration du pertechnetate, 30 % de l'activité se trouve dans les globules rouges et 70 % dans le plasma.

Puis la fraction plasmatique baisse au profit de la fraction globulaire.

- Dans la thyroïde.

La fixation est maximale 1 heure à 2 heures après l'administration de Tc04. Elle atteint 3 à 4 % de la dose administrée.

L'absorption de lugol ou de perchlorate de potassium réduit considérablement la fixation thyroïdienne.

- Au niveau de l'estomac.

Au bout d'une heure 7 à 10 % de la dose s'y fixe et semble réduite de 50 % après absorption de perchlorate de potassium.

- Au niveau du foie.

3, 7 % avec une période biologique de 6 heures.

- Au niveau du colon.

La fixation est élevée et prolongée et non influencée par le perchlorate. C'est l'organe critique principal.

- Au niveau des glandes salivaires.

La fixation est comparable à celle de la thyroïde, elle est également diminuée par le perchlorate.

- Au niveau des plexus choroïdes.

Le pertechnetate s'y concentre. Ce phénomène gêne l'exploration cérébrale et peut donner de fausses images. La fixation y est cependant faible et diminuée par le perchlorate de potassium, probablement par un mécanisme de compétition.

B/ L'élimination est en fait très rapide :

- 10 à 45 % de l'activité injectée par voie veineuse se retrouve dans les fèces au cours des trois premiers jours.

- 15 à 50 % de cette même dose s'élimine dans les urines en majeure partie dans les 24 premières heures.

- au total 68 % sont éliminés en 3 jours par les voies naturelles

- ce produit peut également s'éliminer dans les sécrétions mammaires chez la femme (VAGENAKIS, 65). 6, 5 % dans les 22 premières heures, aucune radioactivité n'est retrouvée après la 70ème heure.

C/ Le calcul de la dose totale absorbée est difficile. (SMITH, 59). Il implique la mesure de la période effective du radioélément et est fondé sur l'hypothèse d'une distribution uniforme du produit dans l'organisme.

L'exposition totale est estimée à 13 millirads par millicurie de TC 99 m.

La thyroïde, l'estomac et le tractus digestif reçoivent respectivement, 270, 100 et 150 millirads.

La dose habituellement injectée étant de 10 millicuries, après préparation au perchlorate de potassium 200 mg une à trois heures avant, l'irradiation de la thyroïde n'est plus que de 0, 09 rad, celle de l'estomac de 0, 59 rad, et celle du jejunum de 0, 96 rad. Quant à l'exposition totale, elle ne change pas après préparation.

Le tractus digestif est donc l'organe critique.

L'EXPRESSION DES RESULTATS.

La progression de l'embol radioactif est suivie grâce à la prise de quatre enregistrements par seconde.

Ces enregistrements sont stockés sur bande magnétique et peuvent être visualisés soit séparément, soit cumulés sur un oscilloscope. L'image sera alors photographiée sur polaroïd à développement instantané.

On peut également faire apparaître sur l'écran non pas l'image mais la courbe d'évolution de la radioactivité, au cours du temps au niveau de zones que l'on peut sélectionner sur l'image. Quatre zones peuvent être choisies simultanément.

TECHNIQUE DE L'EXAMEN.

Le sujet est préparé 3 à 6 heures avant par 200 mg de perchlorate de potassium. Il est mis en decubitus dorsal, le détecteur placé en regard de la région à explorer.

Parfois, (KRISS - 33, MASON - 37) ont utilisé l'oblique antérieur gauche ou le profil.

Cette méthode peut également s'employer chez l'enfant après saturation de la thyroïde. Les doses recommandées sont de 140 microcuries/kg sans dépasser 7, 5 millicuries. (21 - 58).

Enfin cette méthode peut être utilisée simultanément avec n'importe quelle technique scintigraphique statique utilisant le TC 99 m (coeur, cerveau, placenta, foie, etc . . .) sans irradiation supplémentaire, BOUCKAERT (10).

OBSERVATION N° 1.

Monsieur L. François - 47 ans, est un homme actif, sans passé pathologique connu.

Le début des troubles se situe en mai 1971, où en climat fébrile surviennent :

- des douleurs cervico brachiales bilatérales,
- une tuméfaction sus claviculaire gauche avec empâtement œdemateux.

La présence d'une fièvre à 38°, d'une hyperleucocytose à 17 500 GB dont 70 % de polynucléaires neutrophiles conduit à une antibiothérapie orale (Ampicilline 1, 50 gr prodie puis sulfamethoxazole - Trimethroprime 1200 mg prodie).

Vers le début juin, le malade note la survenue transitoire d'un œdeme du coude et du bras gauche avec cordon veineux superficiel douloureux. Il ne prête guère d'attention à ces signes nouveaux.

Puis quelques jours plus tard, apparaît un "ganglion" sus claviculaire. Cette tuméfaction est biopsiée, mais l'on ne retrouve que du tissu fibreux, sans trace de tissu lymphoïde.

Devant l'absence de diagnostic précis, l'antibiothérapie est poursuivie, et le malade part en vacances où une amélioration semble se dessiner.

En septembre, lorsque l'on est amené à voir ce patient, pour la première fois on retrouve grâce à un interrogatoire minutieux :

- l'épisode veineux initial,
- l'apparition récente d'une gêne cervicale, avec sensation de striction se majorant en position penchée en avant,
- l'examen clinique retrouve en effet une discrète turgescence veineuse, mais par ailleurs l'examen somatique est normal.

Aucun autre signe compressif :

- pas de dysphonie,
- pas de dysphagie,
- la mobilité des cordes vocales est normale.

La radiographie pulmonaire de profil est normale ; de profil elle révèle un très discret débord latérosushilaire droit (photo n° 1).

Devant cette symptomatologie à tropisme veineux, on pratique une angiographie isotopique. Celle-ci est tout à fait explicite.

- L'injection de 10 millicuries de Technetium 99 m au pli du coude droit entraîne une opacification nette de la sous clavière, puis de la portion haute de la veine cave supérieure.

Celle-ci se rétrécit considérablement dans sa portion inférieure, avec une empreinte à son bord interne (photo 2 a).

La jugulaire s'opacifie à contre-courant.

- L'injection de 10 millicuries de T 99 m au pli du coude gauche n'entraîne aucune opacification du tronc veineux brachio céphalique.

Le produit reflue par un système anastomotique, vraisemblablement mammaire externe vers la veine cave inférieure (photo 2 b).

- Au total il existe donc une thrombose complète du tronc veineux innoniné gauche avec sténose à l'origine de la veine cave supérieure qui semble partiellement obstruée.

- Ces résultats cadrent parfaitement avec l'angiographie pratiquée quelques jours plus tard. Elle permettait en outre d'opacifier parfaitement la tumeur responsable. (photos 3, 4).

- Celle-ci devait se suivre d'une extension de la thrombose veineuse, malgré la mise aux anticoagulants (calciparine). Une deuxième angiographie isotopique objective alors la thrombose totale de la veine cave supérieur droite, et un réseau collatéral probablement fait de veines intercostales et mammaires. (photos 5, 6).

A l'intervention, 18 octobre 1971 - Professeur de SAINT-FLORENT : "Il existe une volumineuse tumeur médiastinale inextirpable envahissant la veine cave supérieure, débordant sur la plèvre et le péricarde, atteignant l'aorte.

On libère le tronc veineux innominé droit, et on branche une prothèse de téflon qui est amenée au coeur à l'abouchement de la veine cave supérieure".

A l'examen anatomopathologique - Professeur RENAULT : "Il s'agissait d'un thymome lymphoepithélial envahissant".

Monsieur L.

Radio pulmonaire
29-9-71

Fig. 1

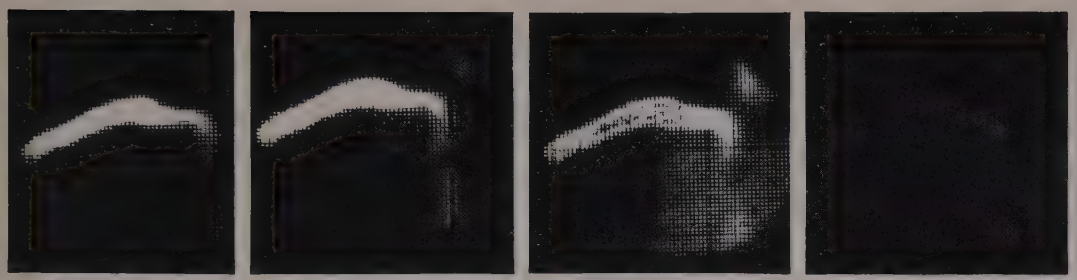
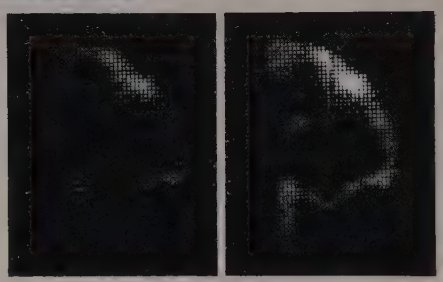


Fig. 2

a)

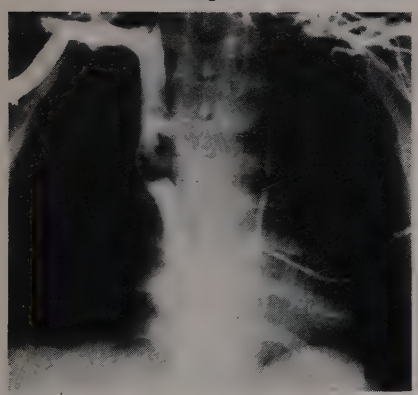
b)

Veine cubitale droite 15 mCI T 99 m.



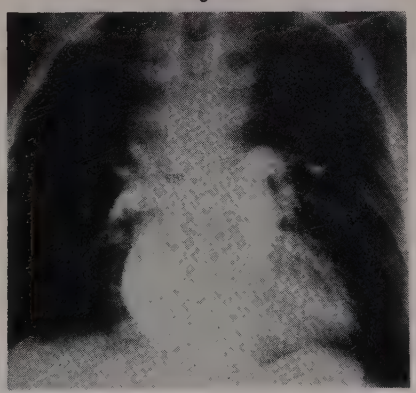
Veine cubitale gauche
15 mCI T 99 m.

Fig. 3



Obstruction partielle de la veine cave supérieure.
Thrombose du TVBCG

Fig. 4



Visualisation de la masse tumorale

Fig. 5

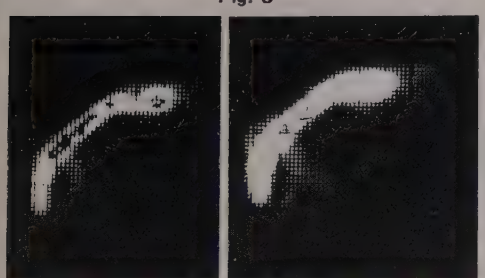


Fig. 6

2ème angiographie isotopique
La thrombose cave supérieure s'est complétée.
Bras droit Bras gauche.

imerie EDICIS - 9 rue des Dunes - 75-Paris 19e

OBSERVATION N° 2.

Monsieur D. Michel - 36 ans - est adressé pour le diagnostic étiologique d'une masse médiastinale.

Monsieur D. est en parfait état général, ne présente aucun trouble fonctionnel. Lors d'un examen de contrôle systématique, on découvre une image volumineuse régulière située dans le médiastin antérieur et supérieur.

Cette masse est isolée, sans adénopathie périphérique, sans spénomégalie ; il n'y a aucun signe inflammatoire tant chimique que biologique.

La bronchoscopie est normale.

La gamma angiographie montre un discret changement de tonalité de la sous clavière à la veine cave supérieure, mais sans retrécissement ni thrombose.

A l'intervention - Professeur de SAINT-FLORENT : "Il existe une tumeur du médiastin antérieur adhérent à la plèvre, au péricarde, à la veine cave supérieure qui n'est cependant pas comprimée.

L'examen anatomopathologique sur la pièce d'exérèse montre la présence de cellules de Sternberg. Il persiste quelques éléments thymiques résiduels au voisinage de la tumeur.

OBSERVATION N° 3.

Monsieur D. Henry - 71 ans - est admis pour la reprise de douleurs coronariennes après un infarctus ancien.

Trois ans auparavant, Monsieur D. avait présenté un infarctus antéroseptal. Les suites avaient été simples, et le traitement anticoagulant suivi, sans toutefois abaisser le taux de prothrombine au dessous de 45 %.

L'apparition d'une douleur précordiale avec irradiations dans la machoire et les bras, fait craindre une reprise de la nécrose.

Ce diagnostic semble devoir être écarté devant la normalité des signes biologiques (transaminases, L D H) et l'absence de modification des signes électriques.

Par contre l'examen clinique découvre une masse médiane battante, expansive, bien limitée, dont la limite supérieure est à 10 cm de l'auvent costal.

La palpation de cette masse, réveille une douleur que le malade rattachait à un vieil ulcère gastrique.

La gammagraphie isotopique (fig. 15) confirme l'anévrysme siégeant à la bifurcation aortique.

L'apparition de douleurs faisant craindre une fissuration avec rupture prochaine fait décider de l'intervention.

Les fonctions rénales sont correctes (urée 0, 55 g/l, clearance à la creatinine 80 ml/mm, creatinémie 10 mg/l).

L'intervention (Professeur Agr. CHAPUIS) objective un anévrysme débutant sous les artères rénales, s'arrêtant à la bifurcation, de la taille d'un poing.

La paroi postérieure a pratiquement disparu. Cet anévrysme était probablement sur la voie de la fissuration.

Après mise en place d'une prothèse, les suites chirurgicales sont simples.

Une gammagraphie de contrôle objectivait s'il en était besoin la parfaite perméabilité du greffon.

OBSERVATION N° 4.

Madame G. Julienne - 70 ans - est suivie pour artérite temporale typique. Elle est équilibrée par 20 mg de Cortancyl prodie.

Lors d'un examen systématique, est découverte une masse abdominale, d'apparition récente, battante, expansive, impulsive, séparée du rebord costal d'un travers de main.

Cette masse est modérément sensible à la palpation.

Les tomographies de l'aorte abdominale sont très démonstratrices. Calcifications bien visibles, cernant un anévrysme fusiforme.

La gammaangiographie confirme le diagnostic en objectivant une zone d'hyperfixation manifestement sous rénale. (photo 14).

Le caractère douloureux de cet anévrysme fait proposer l'intervention qui est refusée par la malade.

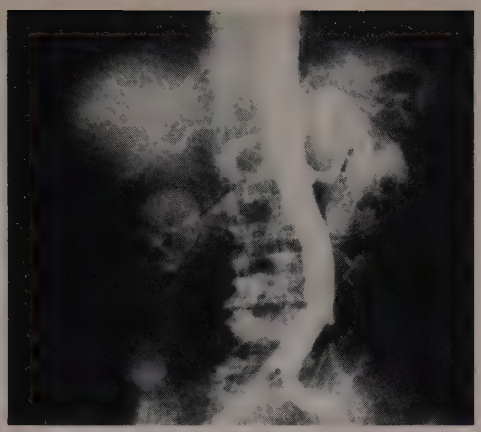


Fig. 13

Mr. G. . .

Aorte flexueuse.

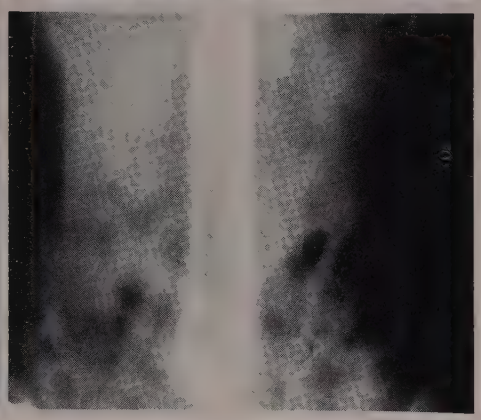


Fig. 14

Mme G. . .

Anévrisme de
l'aorte abdominale.
Calcifications
sur le cliché standard.

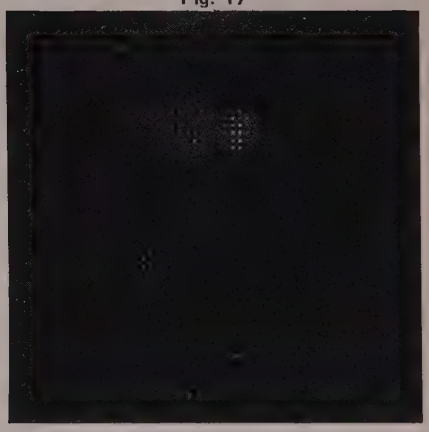
Fig. 15

Mr. D. Anévrisme vérifié opératoirement.

Fig. 16

Mr. B. Anévrisme

Fig. 17



Mme P. Aorte flexueuse.

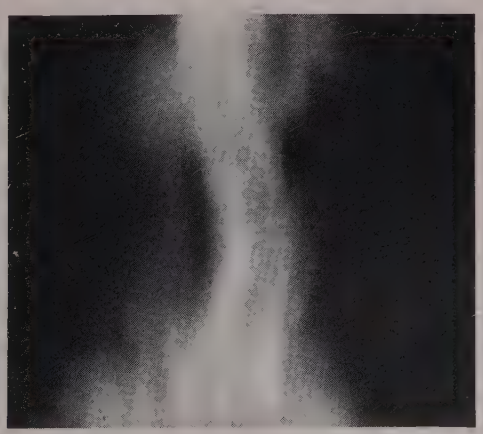


Fig. 18

Mme D. Anévrisme
cliniquement certain.
Aspect «en flaque» de
l'angiographie isotopique.

OBSERVATION N° 5.

Monsieur B. Maurice - 74 ans - est un athéromateux ancien. Victime d'un infarctus du myocarde antéro septal en 1957, il souffre depuis deux ans de douleurs angineuses très rebelles, améliorées récemment par le propranolol.

Il est rehospitalisé à nouveau pour un état dépressif avec troubles digestifs à type de constipation, sans autre signe fonctionnel particulier. Il n'y a en particulier ni claudication des membres inférieurs, ni angor mesentérique. La tension artérielle est 13-7.

L'examen abdominal met en évidence une masse médiane battante, expansive, synchrone du pouls, à 3 cm de l'ombilic.

Cette masse de la taille d'une mandarine, est indolore et indolente, de paroi ferme.

Les tomographies de l'aorte abdominale sont normales.

Le diagnostic d'ectasie aortique est confirmé par l'angiographie isotopique (n° 16). Le siège sous rénal est probable, la main pouvant être introduite entre elle et le grill costal.

L'absence de toute douleur, l'âge physiologique, l'état général médiocre, ne sont guère en faveur d'un geste chirurgical. Il n'est donc pas demandé d'angiographie conventionnelle.

OBSERVATION N° 6.

Madame D. Elisabeth - 80 ans.

Cette femme de 80 ans présentait une insuffisance cardiaque globale avec arythmie complète par fibrillation auriculaire.

La palpation abdominale révèle une masse arrondie, volumineuse, expansive, latéro et sus ombilicale droite, qui semble distincte du foie.

Les tomographies de l'aorte abdominale montrent une aorte calcifiée très déroulée, mais dont il est impossible de préciser les limites exactes.

La gamma angiographie est difficile à interpréter. Elle confirme l'aspect déroulé et refoulé vers la gauche de l'aorte abdominale au niveau de la bifurcation. On peut noter également un aspect en flaque de la radioactivité pouvant témoigner d'un anévrysme fissuré (photo 18).

Par contre la masse sous hépatique n'est pas visualisée.

Il semble donc s'agir d'un anevrysme de l'aorte abdominale avec peut être fissuration et organisation latéro sous hépatique, à moins qu'il ne s'agisse d'un anevrysme distinct sur l'artère hépatique.

Le malade refuse toute autre exploration et intervention.

OBSERVATION N° 7.

P. Rosaline - 86 ans - est hospitalisée pour un épisode infectieux intercurrent. Ancien modèle, cette femme est porteuse d'une serologie positive découverte incidemment.

La palpation attentive des troncs artériels, permet de mettre en évidence une tuméfaction latéro sus ombilicale droite.

Cette masse est bien distincte de l'auvent costal. Facile à limiter à droite, ses limites gauches sont imprécises.

Il n'y a aucune douleur tant spontanée que provoquée. Les pouls périphériques sont tous perçus ; on ne peut noter aucune manifestation périphérique d'insuffisance circulatoire tant mésentérique que fémorales.

Il existe cependant des lésions athéromateuses diffuses gerotoxon, sclérose artérielle avec croisement au fond de l'oeil.

Le diagnostic d'anevrysme aortique, athéromateux étant donné le siège, est donc suspecté cliniquement.

Les tomographies de l'aorte abdominale mettent en évidence des calcifications en arc de cercle à concavité gauche se projetant en amont des corps vertébraux de L3-L4. Ces calcifications dessinent une aorte déroulée sans anevrysme patent.

L'angiographie isotopique confirme cet aspect déroulé de l'aorte évitant une opacification inutile (fig. 17).

OBSERVATION N° 8.

Monsieur G. Marcel, est hospitalisé pour le diagnostic étiologique d'une diarrhée au long cours.

L'examen clinique de ce sujet dénutri, met en évidence une masse abdominale latéro ombilicale gauche.

Cette masse, impulsive, battante, non expansive, indolore et indolente, est mal limitée à droite.

Il n'existe aucune modification des pouls distaux, mais la diarrhée pouvant être mise sur le compte d'une insuffisance circulatoire mésentérique du fait d'un éventuel anévrysme, on décide de faire pratiquer une angiographie conventionnelle et isotopique.

Les deux examens sont concordants en révélant une aorte déroulée et flexueuse. (photo 13).

OBSERVATION N° 9.

Madame P. Alice - 74 ans - est adressée dans le service pour aggravation récente d'une dyspnée d'effort.

Il n'y a aucun phénomène douloureux, par contre quelques jours avant son admission est survenu un accident oedemateux mineur de type paroxystique.

L'examen cardiovasculaire est normal à son entrée, si ce n'est en scopie, où une grosse aorte battante fait douter du parfait parrallélisme des bords.

La radiographie objective un élargissement de l'aorte ascendante. (photo 11).

La gamma angiographie élimine une ectasie, et confirme la dilatation régulière de l'aorte ascendante.

OBSERVATION N° 10.

Monsieur R. Louis - 41 ans - entre dans le service pour affection intercurrente.

On est frappé, chez cet ancien légionnaire, de l'aspect physique particulier.

Le front est bas.

Les cheveux sont implantés drus, les sourcils se rejoignent sur la ligne médiane.

La lèvre supérieure est discrètement anteversée.

Enfin il existe une clynodactylie avec pli palmaire médian.

Cet ensemble évoque un syndrome de Cornelia de lange malgré l'absence apparente de débilité.

L'examen clinique attentif retrouve sur le plan cardiovasculaire au foyer aortique :

- un clangor net de B. 2
- un souffle diastolique 1/6 sans signe périphérique d'insuffisance aortique.

En radioscopie, l'aorte qui était élargie sur les clichés standards, est battante expansive, sans anévrysme évident.

Malgré la négativité des réactions sérologiques (B. W. KLINE) et l'absence de signe de syphilis tertiaire, on pratique une gamma angiographie qui confirme l'élargissement de l'aorte ascendante, éliminant par ailleurs toute ectasie. (photo 10).

Fig. 8

Mme B. Cavographie inférieure. Rétrécissement dans sa portion médiane. Compression extrinsèque.

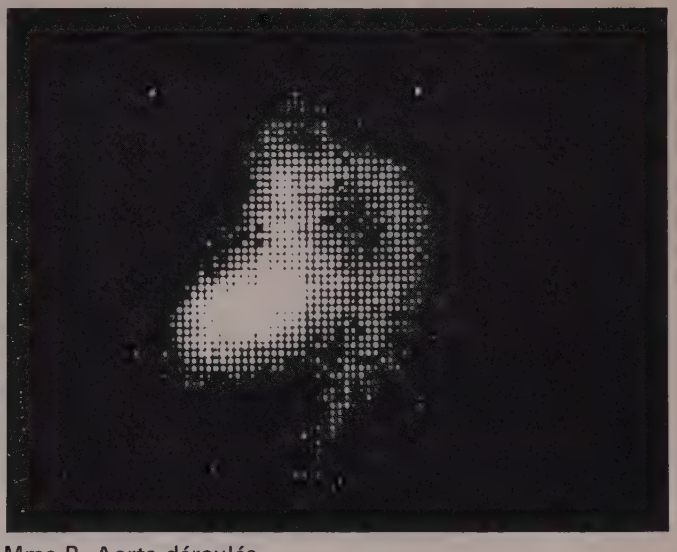
Fig. 9

Mr. D. Cavographie inférieure normale.

Fig. 10

Mr. R. Aorte de profil. Dilatation modérée.

Fig. 11



Mme P. Aorte déroulée

Fig. 12

Mr. D. Aorte thoracique déroulée.
Pseudo-anévrysmale.

Fig. 12bis

Mme V. Péricardite aiguë
espace net entre la limite
pulmonaire et les cavités cardiaques.

OBSERVATION N° 11.

Monsieur D. Martial - 62 ans - est hospitalisé pour bilan d'une H. T. A. de découverte récente, lors d'un examen de médecine du travail.

L'examen clinique est normal, sans abolition ni asymétrie des pouls ; sans signe de défaillance cardiaque gauche.

Par contre, sur le plan biologique il existe une atteinte rénale certaine créatinémie 22 mg/l, avec une cléarance à 42 ml/mm.

En scopie, le ventricule gauche est côté V2, l'aorte thoracique descendante est élargie, anormalement battante.

En graphie le diagnostic d'anévrysme athéromateux ne peut être écarté.

La gamme isotopique permet d'opacifier une aorte strictement normale (photo 12).

OBSERVATION N° 12.

Madame S. Marcelle - 47 ans.

Madame S. est adressée dans le service pour le bilan d'une hypertension, avec claudication des membres inférieurs.

Cette femme jeune présente une H. T. A. à 20-11 depuis quelques années. Rapidement elle a vu s'installer en quatre mois des douleurs à type de pesanteur, de crampe, à la marche la forçant à s'arrêter. Initialement droites, elles se sont bilatéralisées jusqu'à rétrécir le périmètre de marche de la malade à 200 mètres.

A l'examen :

- il n'existe aucun athérome visible pas de Gerotoxon, pas de signes périphériques de trouble lipidique ;
- les pouls fémoraux sont bien perçus, les pouls poplités ne sont pas perçus, les pouls tibiaux postérieurs et pédieux sont très diminués.

La gamma angiographie montre une opacification normale de l'aorte et de la fourche. Les images ne sont plus interprétables à la bifurcation de l'iliaque externe.

L'angiographie opaque révèle une thrombose des deux fémorales superficielles avec réperméabilisation au niveau de la poplitée. Une très discrète plaque d'atherome à la terminaison de l'aorte.

OBSERVATION N° 13.

Monsieur D. René est suivi dans le service pour une leucose myoloïde chronique, traitée depuis trois ans par le Misulban.

L'apparition brusque d'oedemes volumineux des membres inférieurs fait discuter une thrombose cave inférieure.

L'angiographie isotopique permit rapidement de préciser l'intégrité du tronc veineux. (photo 9).

Ces œdèmes, bientôt complétés par l'apparition d'une ascite, étaient en réalité le fait d'une cirrhose concomittante, dont l'évolution fut fatale.

La vérification anatomique devait confirmer l'absence d'atteinte du tronc cave inférieur.

OBSERVATION N° 14.

Madame B. Germaine - 73 ans - a été opérée 19 mois auparavant d'un cancer de l'utérus. Elle est adressée dans le service pour l'exploration d'une insuffisance rénale modérée (urée 0,40 g/l ; créatinémie 14 mg/l).

A l'examen on peut noter une infiltration pelvienne droite diffuse, douloureuse. Au toucher rectal, la muqueuse est peu mobile.

L'urographie intraveineuse montre un rein droit muet. A la cystoscopie au niveau de l'orifice uretéral droit, la muqueuse est soulevée par une lésion d'origine extrinsèque.

L'angiographie isotopique permet de préciser l'extension du processus néoplasique en montrant une image de moindre activité au niveau de la partie médiane de l'aorte. Cette image étant en toute logique liée à une compression. (photo 8).

DISCUSSION SUR LES OBSERVATIONS

Les quatorze malades présentés proviennent d'un recrutement homogène d'un service de Médecine Interne sur une période de quelques mois. Les patients étaient âgés de 35 à 86 ans, (8 hommes et 6 femmes).

Chez deux malades (1 et 3), cet examen a été répétitif.

La technique a toujours été la même, il n'y eu aucun incident sur cette série.

L'angiographie a pu être confrontée à d'autres méthodes dix fois, dont quatre fois par un geste chirurgical, et une fois par une nécropsie.

Chez quatre malades, (obs. 7, 9, 10, 11) une angiographie isotopique normale a pu écarter un diagnostic suspecté par la clinique avec examen radioscopique. Il s'agissait dans trois cas d'une aorte thoracique déroulée ayant fait discuter le diagnostic d'anévrysme de l'aorte intrathoracique.

Chez cinq autres malades (obs. 3, 5, 7, 13, 14), l'angiographie isotopique a donné des renseignements suffisants pour éviter une exploration endovasculaire dont les risques ne sont pas totalement négligeables. L'observation n° 3 est assez démonstratrice à ce sujet.

Deux fois (obs. 4 et 6), les malades ont refusé le geste chirurgical, mais les autres données cliniques et radiologiques sont assez parlantes pour être confrontées avec l'examen isotopique.

Il faut signaler l'absence de faux résultats positifs sur l'ensemble des cas considérés, cependant l'indication de l'examen a toujours été posée en fonction d'un contexte clinique.

Il pourrait être nécessaire d'envisager une étude systématique en double aveugle sans confrontation des diverses données, mais le coût de l'examen rend impossible cet abord du problème.

Le tableau I reprend les dix cas où l'angiographie isotopique au TC 99 m pertechnetate a été confrontée à au moins une autre méthode.

Huit fois, soit 80 % des cas, la correllation a été satisfaisante, et sept fois les résultats de cette méthode ont été superposables aux autres explorations notamment deux fois sur deux à l'artériographie.

Dans l'observation n° 2, l'angiographie au technetium a bien montré la perméabilité de la veine cave supérieure, par contre elle n'a pu révéler de façon formelle l'envahissement de la paroi par le processus tumoral. Il est probable que la résolution de l'image obtenue par opacification radiologique aurait fourni ce renseignement, mais n'aurait en rien changé l'attitude thérapeutique chirurgicale.

L'observation n° 1 montre l'intérêt de cette exploration, tant dans sa fiabilité puisque confrontée à l'artériographie et à la chirurgie, que dans son caractère répétitif.

Obs. N°	GAMMAGRAPHIE ISOTOPIQUE	ARTERIOGRAPHIE	CHIRURGIE	RADIOGRAPHIE OU CLINIQUE EVIDENTE	VALEUR CORRELEE DE L'ANGIOGRAPHIE ISOTOPIQU
1	- Thrombose TVBCG - Sténose V. C. S. - Circ. collatienne	idem	idem	- Debord tracheal droit - Circ. V. C. S.	Résultats superposables
2	- Absence de sténose veine cave supérieu. - Baisse de tonalité.		- Envahissement de la V. C. S. sans sténose	- Masse abdominale	Résultats concordants L'atteinte de la V. C. S. n'éta pas certaine.
3	- Anévrysme bifurcation aortique - Perméabilité post opératoire		- Anévrysme bifurcation aortique - Fissuration post	- Masse abdominale expansive	Résultats superposables
4	- Anévrysme aortique			- Calcification aortique en fuseau	Résultats superposables
5	- Anévrysme aortique			- Masse expansive - Pas de calcification	Résultats superposables
6	- Anévrysme aortique - Aspect en flaque			- Aorte flexueuse opacité floue - Masse expansive sous hépatique	Résultats partiellement concordants
7	- Aorte flexueuse			- Calcifications dessinant aorte flexueuse	Résultats superposables
8	- Aorte flexueuse	idem		- Calcifications dessinant aorte flexueuse	Résultats superposables

12	- Bifurcation aortique normale	- Thrombose fémorale superficielle - Revascularisation poplitée	- Thrombose fémorale superficielle	- Claudication d'effort	Résultats non concordants
13	- Veine cave inférie. normale		- Veine cave inférieure normale (autopsie)		Résultats superposables

En effet, la gammagraphie a pu suivre la progression de la thrombose qui s'est complétée dans les suites de la phlébographie cave supérieure.

La gammagraphie a été facilement acceptée par le malade et parfaitement tolérée. Il en aurait certainement pas été de même d'une nouvelle opacification conventionnelle.

Deux cas (obs. 6 et 12) peuvent être considérés dans l'absolu comme des échecs. Encore faut-il tempérer cette opinion par les renseignements positifs néanmoins fournis.

Dans l'observation n° 6, l'artériographie isotopique ne peut regrouper l'ensemble des éléments de l'examen clinique.

Si les tomographies de l'aorte abdominale révèlent des calcifications ne dessinant pas la totalité du tronc artériel, elles ne démontrent en rien les limites de l'anévrysme suspecté cliniquement.

L'artériographie n'a pu être faite devant le refus de la malade de tout geste chirurgical et radiologique. Il n'est pas démontré (ROBICSEK - 51) que cette exploration aurait été plus précise. De plus lors d'un anévrysme supposé rompu les risques de cette exploration la font souvent rejeter au bénéfice d'une intervention rapide sans opacification préalable.

Dans l'observation n° 12, la thrombose fémorale superficielle n'a pu être démontrée du fait d'images parasites dues à la fémorale et au champ de la caméra centrée sur la bifurcation aortique.

Néanmoins devant une artérite avec claudication bilatérale, la gammagraphie a pu montrer la parfaite intégrité des deux artères iliaques primitives et externes comme l'a confirmé l'angiographie conventionnelle.

Il est néanmoins évident que cette observation illustre les limites de cet examen qui ne peut et ne doit en rien remplacer l'angiographie, mais permet d'en limiter à bon escient les indications.

Cette limitation des indications de l'artériographie est importante car d'une part cet examen n'est pas toujours bien supporté par le malade et peut être suivi d'une majoration de la thrombose (observation n° 1) et d'autre part peut être responsable de complications graves.

Malgré les précautions prises, ces complications certes rares, ne doivent pas être méconnues ni sous-estimées.

Leur fréquence exacte est cependant difficile à préciser, les publications pêchant le plus souvent par défaut, car les radiologues n'ont pas toujours connaissance des accidents tardifs.

Les pourcentages oscillent entre 0, 6 % (DOUTRE - 16), 9 cas sur 1600, et 2, 4 % (HALPHERN - 26 bis), 24 cas sur 1000.

Il faut néanmoins souligner que DOUTRE et coll. ne colligent que leurs accidents immédiats, alors que HALPHERN rapporte même les accidents mineurs.

On peut cependant retenir le chiffre de 1 % comme le risque moyen quelles que soient les précautions.

Parmi ces complications, les ruptures artérielles, les infections locales, les hématomes, sont rares. Les faux anévrysmes souvent dus à des hématomes infectés peuvent ne se révéler que plusieurs semaines après l'artériographie (HALPHERN).

Les thromboses sont de loin les plus fréquentes, 50 % des cas, soit immédiatement parfois à bas bruit, soit plus tardivement, posant alors le problème de la responsabilité de l'examen radiologique.

Les accidents sont favorisés :

- par l'Athérome 18/23 de la statistique de POILLEUX (48),
- par le type de l'examen, les artériographies sélectives étant les plus dangereuses,
- par la durée et la difficulté de l'examen.

Il n'est pas sans intérêt de noter que sur les 28 complications rapportées par POILLEUX (48),

- 8 fois l'examen était réellement indispensable,
- 3 fois le renseignements apporté était médiocre,
- 12 fois l'indication était discutable.

On conçoit donc l'apport d'une méthode permettant de mieux trier les indications.

Le risque de l'artériographie radiologique ne doit pas cependant être systématiquement grossi. En effet, si HALPHERN rapporte 24 incidents, il ne dénombre que 0, 7 % d'interventions secondaires, et aucune séquelle définitive.

Surtout BAUM (5) a eu la curiosité de dénombrer le devenir immédiat des malades ayant bénéficié d'une artériographie quelle qu'en soit l'indication, et le devenir immédiat de ceux chez qui une artériographie prévue a été soit reculée par le service de radiologie ou le service demandeur, soit annulée.

S'il note dans le 1er groupe, sur 1600 malades :

- 3 % d'accidents mineurs,
- 9 accidents majeurs, dont :
  3 thromboses
  1 faux anévrysme
  2 collapsus
  1 infarctus
- 5 décès, dont 1 fibrillation ventriculaire
  2 nourrissons atteints de malformation cardiaque complexe,

il rapporte également dans le deuxième groupe sans artériographie :

- 9 accidents majeurs, dont :
  4 infarctus,
  1 embol systémique chez une malade en fibrillation auriculaire
- 6 décès, dont :
  2 cardiopathies congénitales
  1 arrêt cardiaque pendant le trajet vers le service de radiologie,
  1 infarctus
  2 hématémèses chez des cirrhotiques en instance de splénoportographie.

Il semble donc nécessaire de réserver l'indication d'un examen vasculaire aux malades pour qui une sanction thérapeutique particulière peut être envisagée, tout en sachant qu'un accident peut être également le fait de la maladie sous jacente.

Quelles sont les complications de l'angiographie isotopique au technetium ?

Une extra vacation locale du technetium peut se produire lors de l'injection. La dose d'irradiation locale peut être considérée comme minime eu égard à l'absorption rapide du TC 99 m par les tissus mous (KRISS, 24

Par ailleurs BLOCK (7) rapporte un accident de type anaphylactique à un colloïde marqué au technetium sans que les tests in vitro n'aient permis de rendre responsablesde manière formelle, le technetium, le colloïde ou le mélange des deux.

SMITH (60) rapportait en 1967 onze réactions provenant de 47 centres de radiodiagnostic. Ces manifestations à type d'hypersensibilité semblaient dépendre plus du Dextran utilisé pour produire le colloïde que du technetium seul.

INDICATIONS

La littérature s'enrichit rapidement de nouvelles publications décrivant les résultats de l'utilisation du technetium dans diverses situations pathologiques.

Nous écartons de notre étude l'emploi du technetium pour l'exploration des organes pleins : foie - poumons - thyroïde - cerveau - sous maxillaire, etc ...

Nous nous bornerons à l'exploration des troncs artériels et veineux ainsi qu'à celle des cavités cardiaques.

Nous envisagerons donc successivement :

- les troncs veineux
- les troncs artériels
- les vaisseaux carotidiens
- l'angiocardiographie isotopique.

LES TRONCS VEINEUX.

La caméra à scintillation a été utilisée pour visualiser la plupart des gros vaisseaux (9, 15, 31, 34, 36, 37, 39, 41, 56, 61) en pathologie veineuse.

Elle est particulièrement intéressante dans les obstructions cave supérieure ; l'observation de KRISHNAMURTHY (31) est démonstrative et assez superposable à la nôtre (obs. n° 1).

Un homme de 59 ans, sans passé pathologique particulier, est hospitalisé pour œdème de la face et des paupières de survenue nocturne. Cet œdème ayant de moins en moins tendance à s'effacer dans la journée. De plus la voix est devenue bitonale.

L'examen clinique objective un syndrome cave supérieur typique avec œdème en pélerine, distension des jugulaires, circulation veineuse collatérale thoracique.

La radiographie révèle une opacité du sommet droit ; des cellules malignes sont trouvées dans le produit d'aspiration bronchique.

Une angiographie isotopique est donc pratiquée au 99 m TC pertechnetate (10 mc dans 1 cc) injecté dans chaque veine cubitale.

Les deux veines inominées sont obstruées. A droite existe une circulation collatérale, à gauche le produit reflue dans la jugulaire interne.

L'angiographie radiologique au diatrizoate objective les mêmes anomalies.

Sous radiothérapie, l'état clinique s'améliore sans que l'on puisse affirmer une fonte tumorale ou la création d'une nouvelle circulation collatérale de suppléance.

Une nouvelle angiographie conventionnelle est impossible ; par contre une nouvelle gammagraphie permet de rattacher l'amélioration au développement d'un nouveau réseau collatéral.

L'autopsie du patient confirma cet aspect. La tumeur comprimait la veine cave supérieure, les deux veine inomminées étaient obstruées par un thrombus.

Les veines mammaires internes étaient dilatées et s'anastomosaient avec les veines épigastriques qui assuraient ainsi le retour veineux.

Cette observation, de même que la nôtre, démontrent bien l'intérêt de cette méthode, tant pour l'exploration des gros vaisseaux, que pour la visualisation de vaisseaux plus petits, telle la veine mammaire interne.

Il faut cependant tenir compte de l'hyperpression et de l'augmentation du débit résultant de l'obturation des voies normales de drainage sanguin.

La gammagraphie isotopique est utilisée par certains de façon systématique dans les syndromes veineux obstructifs (61 - 41).

SON Y. (61) et collaborateurs rapportaient déjà en 1968 neuf cas d'obstruction cave dont trois de la veine cave inférieure.

Ils recommandent cette méthode sur un double plan.

Elle permet de juger ou non de l'envahissement veineux.

Elle peut aider à codifier la radiothérapie, les auteurs utilisant une radiothérapie brève à doses élevées, si l'obstruction veineuse est complète et la circulation collatérale bien développée. A l'inverse si l'obstruction est incomplète avec peu de circulation de suppléance une radiothérapie conventionnelle et fractionnée est proposée.

MAXFIELD et G. R. MECKSTROTH rapportent vingt malades atteints de cancer broncho pulmonaire (41).

La gammagraphie a été pratiquée au T m 99 pertechnetate (10 mci par voie cubitale).

Dix malades ont bénéficié également d'une opacification conventionnelle.

Les vingt malades ont tous parfaitement bien supporté l'examen isotopique, que certains même ont eu plusieurs fois, alors qu'aucun n'acceptait une nouvelle opacification conventionnelle. Le passage du produit de contraste dans la circulation veineuse de suppléance est toujours mal supporté et douloureux.

Dans huit cas sur dix, les résultats des deux méthodes ont été superposables. Cependant il est clair que l'angiographie contrastée précise les détails anatomiques de la veine cave supérieure, alors que la gammagraphie ne donne qu'une estimation du flux vasculaire.

Par contre, dans deux cas les résultats ont été divergents.

Chez un malade, malgré trois injections successives du produit de contraste dans la veine cave supérieure, aucune visualisation du ventricule droit et de l'artère pulmonaire n'a pu être obtenue. La gammagraphie à l'inverse montrait rapidement une radioactivité des cavités droites éliminant une obstruction complète de la veine cave supérieure.

Chez un autre malade, à la gammagraphie, une volumineuse collatérale, probablement l'azygos injectée à contre courant, est prise pour la veine cave supérieure alors qu'en angiographie celle-ci était totalement obstruée.

On peut cependant retenir une très bonne correllation des deux méthodes, la gammagraphie ayant pour elle sa tolérance quel que soit l'état clinique du sujet.

D'autres auteurs ont également rapporté des renseignements obtenus dans des conditions variées, notamment :

- 1 cas de fibrose rétropéritonéale (ROSENTHALL - 55)
- 1 cas de thrombose cave inférieure

Enfin, BONTE et coll. (9) doublent cette technique par une scintigraphie classique au magnascaner, la superposition des deux images permettant de trancher entre tumeur pleine et vasculaire.

EN PATHOLOGIE ARTERIELLE.

A/ AORTE THORACIQUE ET ABDOMINALE.

De nombreux auteurs (MASON - 37, ROSENTHALL - 55, KRISS - 33) ont rapporté la mise en évidence de lésions artérielles aortiques grâce au Technetium 99 m. Parmi elles ont peut relever :

- les anévrysmes de l'aorte thoracique et abdominale,
- un anévrysme disséquant,
- une thrombose de la fémorale,
- la vascularisation d'un transplant rénal (52).

Par contre aucune étude systématique n'a été menée, à notre connaissance, pour confronter l'artériographie contrastée et l'opacification isotopique.

KRISS (33) dans les 120 gammagraphies rapportées, dénombre cinq anévrysmes aortiques, dont un anévrysme du sinus de vasalva et un de l'aorte ascendante.

Sur ces 120 malades six fois une lésion aortique a pu être éliminée, évitant ainsi l'artériographie classique.

Sur nos 14 observations, dix fois une lésion aortique avait été évoquée cliniquement ou radiologiquement. Quatre fois là aussi, cet examen a permis d'éviter la poursuite des explorations complémentaires, et chez l'un d'entre eux l'artériographie contrastée a été superposable à la gammagraphie.

Un de nos malades a été opéré sur la seule vue de l'angiographie isotopique, et les données opératoires étaient tout à fait concordantes.

Cependant deux fois l'angiographie isotopique a été insuffisante (obs. 4, 12). Notamment dans l'observation n° 12 : une thrombose fémorale superficielle n'a pu être objectivée.

Il est donc clair qu'il ne s'agit que d'une méthode de première approche. Ces limites en sont évidentes, car elle ne peut en aucun cas prétendre à la même finesse d'image et aux mêmes résultats que l'angiographie normale.

Cependant on peut licitement utiliser cette méthode pour trier ceux des malades qui doivent bénéficier, à des fins diagnostiques et thérapeutiques, d'explorations plus précises.

L'angiographie isotopique peut elle, de toute façon lorsqu'elle est positive, suffire ?

L'angiographie préopératoire si elle est discutée par certains (STIPA - 64) semble cependant reccueillir la faveur de la majorité (KAHN, 29 - ROBICSEK, 51).

ROBICSEK -(51), dans une revue récente rapporte en effet 271 explorations aortiques sans aucune complication. 40 fois un diagnostic suspecté cliniquement avait pu être éliminé. Il s'agissait pour 34 malades d'une aorte flexueuse, pour 2 malades d'une dissection aortique, pour 2 autres d'une tumeur intestinale.

49 fois, à l'inverse, l'aortographie semblait normale en première analyse, car du fait du flux sanguin le produit opaque ne remplissait que la portion médiane du vaisseau.

ROBICSEK en reprenant ces dossiers précise les signes indirects réduisant à trois les faux négatifs.

Ces données nous semblent importantes à rapporter ; certaines sont d'ordre dynamique, tel le signe de "l'hésitation" qui correspond au retard pris par le produit de contraste au moment où il pénètre dans la zone anévrysmale.

Ce ralentissement, d'interprétation discutée, semble correspondre à la perte d'élasticité des parois artérielles.

D'autres données sont statiques :

- irrégularité des bords dans une zone limitée,
- absence de branche aortique, ce qui correspond à un anévrysme thrombose,
- angulation brutale de l'aorte abdominale,
- absence de réduction du calibre de l'aorte descendante,
- calcifications extravasculaires,
- déplacement des vaisseaux et des viscères voisins.

Tous ces signes sont en faveur d'une poche existante et partiellement thrombosée.

Il est donc net que l'angiographie isotopique ne peut accéder à ce degré de précision. Cependant elle peut permettre de trancher lorsqu'une image obtenue est sans équivoque.

Par ailleurs en préopératoire l'artériographie conventionnelle précise la situation exacte de l'anévrysme par rapport aux artères rénales, et l'aspect des autres vaisseaux, dont certains peuvent nécessiter une cure chirurgicale propre.

On voit donc que l'angiographie isotopique ne peut remplacer l'angiographie classique ; elle a cependant l'avantage par son inocuité de mieux porter les indications d'une opacification artérielle directe, d'éliminer un certain nombre de mauvaises indications du fait d'un examen clinique trompeur.

Surtout cette exploration peut être renouvellée sans risque. On en conçoit tout l'intérêt dans les suites opératoires notamment, soit pour prouver la bonne qualité du geste chirurgical, soit pour préciser la cause d'une complication post opératoire.

LES CAVITES CARDIAQUES.

Le pertechnetate peut facilement être utilisé pour opacifier les cavités cardiaques (21, 27, 32, 33, 36, 37, 38) (Nous n'avons pas nous-mêmes, encore suffisamment expérimenté cette méthode, mais les résultats publiés jusqu'à présent semblent encourageants).

Le stockage des données sur bande magnétique permet leur réutilisation et leur analyse sans nécessiter une prolongation du temps d'examen.

La technique est identique : 10 millicuries par voie veineuse en injection rapide après levée du garrot.

Le sujet est placé assis de face ou en oblique antérieure gauche.

(chez l'enfant, la dose de technetium est de 140 mc/kg sans dépasser 7, 5 millicuries en 0, 2 à 2 cc). Les cris réalisant une manoeuvre de valsalva peuvent gêner la progression de l'embol radioactif. Une prémédication sédative est donc conseillée.

Les résultats d'une angiocardiographie isotopique normale sont les suivants : (HURLEY, 27 - GRAHAM, 21 - MATIN, 38)

Après visualisation de la veine cave supérieure, en deux secondes l'oreillette droite est opacifiée, puis le ventricule droit une demi-seconde plus tard (photo 7).

L'aspect du ventricule varie selon l'axe du coeur, et apparait plus petit lorsque le coeur est en position verticale.

Fig. 7

Veine cave supérieure

Veine cave supérieure, oreillette droite

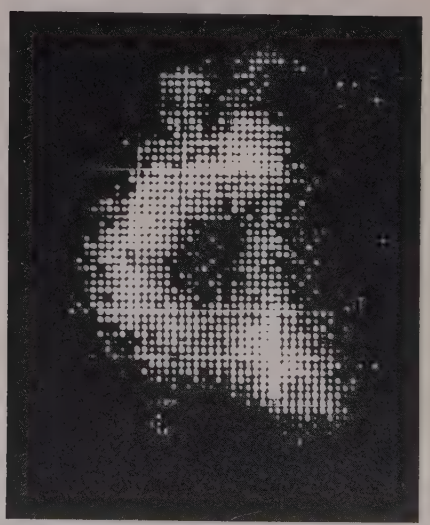
Oreillette droite et début du ventricule droit.

Ventricule droit

Ventricule droit
artère pulmonaire

Début de division de l'artère pulmonaire.

O.G. V.G. aorte.



Début de visualisation des vaisseaux de la crosse aortique.

On peut ensuite distinguer le tronc de l'artère pulmonaire, qui se détache plus nettement de la veine cave supérieure lorsque le coeur est vertical.

Lors de la division :

- l'artère pulmonaire gauche est mieux vue que la droite,
- les poumons apparaissent ensuite, le droit semble plus large du fait de l'opacité cardiaque.

Sur le plan dynamique les poumons commencent à être clairement vus dès la troisième seconde qui suit la levée du garrot.

Les cavités gauches sont vues ensuite.

L'oreillette gauche est en général masquée par le ventricule droit et le tronc de l'artère pulmonaire, le ventricule gauche est en croissant et apparait moins de quatre secondes après le tronc de l'artère pulmonaire.

Enfin apparaissent l'aorte thoracique, les gros vaisseaux du cou, et l'aorte abdominale.

Au bout de 12 secondes, une recirculation fait apparaître à nouveau les cavités cardiaques, mais plus faiblement et les résultats ne sont plus guère interprétables.

Chez l'enfant la progression de l'embol radioactif est plus rapide.

La position antérieure est la plus commode et permet d'explorer correctement :

- la veine cave supérieure
- les deux ventricules
- l'aorte ascendante et la
- les artères pulmonaires

L'oblique antérieure gauche permet de mieux distinguer la cloison interventriculaire, l'origine des gros vaisseaux.

Les images parasites des vaisseaux pulmonaires n'en font cependant pas une position de routine.

D'une manière générale si l'injection est bien faite :

- tout retard de progression de l'index isotopique
- toute diminution de l'image habituelle

sont en première analyse de bons arguments d'une lésion cardiaque sous jacente.

Différents auteurs ont permis de préciser les principales images caractéristiques des atteintes cardiaques les plus fréquentes (KRISS, 32 - MATIN, 38 - GRAHAM, 21 - MASON, 37 - BONTE, 9 - HURLEY, 27).

LES SHUNTS DROIT GAUCHE.

Ils sont faciles et rapides à détecter. Le coeur gauche et la circulation systémique apparaissent précocement, avant une opacification correcte des deux poumons.

Lorsque le shunt siège à l'étage auriculaire ou ventriculaire, les deux ventricules sont vus soit simultanément, soit à moins d'une seconde de décalage. Ce décalage existe même en cas de ventricule unique.

L'aspect de la bifurcation artérielle est important pour aider à distinguer la transposition des gros vaisseaux, d'une aorte à cheval.

Le meilleur argument reste l'opacification précoce de l'aorte thoracique et descendante. La visualisation d'une activité cérébrale ou abdominale a la même valeur.

Lorsque le débit cardiaque est ralenti, cet élément peut manquer, mais les gros vaisseaux sont alors nets avant que l'image pulmonaire soit correctement obtenue.

Il faudra cependant distinguer un gros ventricule droit, d'un ventricule gauche précocement opacifié.

Lorsque la sténose pulmonaire existe seule, la circulation pulmonaire est également retardée, mais la circulation systémique n'apparait pas précocement.

LES SHUNTS GAUCHE DROIT.

1 - A l'étage auriculaire.

Lors de l'arrivée de l'embol isotopique dans l'oreillette gauche, les cavités droites sont de nouveau visibles. Si bien que les quatre cavités cardiaques seront vues en même temps.

On peut donc noter successivement :

- un élargissement de l'oreillette droite,
- une perte d'intensité de l'embol radioactif à son entrée dans les cavités droites, du fait de la dilution par le shunt,
- un élargissement du tronc de l'artère pulmonaire,
- une radioactivité persistante dans les cavités cardiaques et les poumons réalisant un aspect en flaque,
- l'aorte est par contre peu visible,
- parfois lors du temps de recirculation on peut noter une opacification à contre courant de la veine cave supérieure.

2 - A L'étage ventriculaire.

L'image ressemble à la précédente, cependant l'oreillette droite ne reste pas opacifiée, et ne réapparait pas sur l'écran lors du temps de recirculation.

L'HYPERTENSION ARTERIELLE PULMONAIRE ENTRAINE :

- l'opacification prolongée de la veine cave supérieure et des cavités droites,
- le reflux du technetium dans la veine innominée controlatérale à l'injection,
- l'élargissement des cavités droites,
- l'artère pulmonaire, ses branches et les poumons sont de tonalité moindre et d'intensité progressivement décroissante,
- les cavités gauches de l'aorte sont vues avec retard,
- ces anomalies semblent similaires qu'il s'agisse d'une hypertension artérielle pulmonaire primitive ou secondaire.

LES VALVULOPATHIES.

- seules les atteintes mitrales et aortiques ont été décrites,
- lors d'atteintes associées, les données de l'angiographie isotopique permettent d'en faire le diagnostic (MATIN, 38).

Dans le cadre du retrecissement mitral, on note :

- un élargissement de l'oreillette gauche qui reste opacifiée anormalement,
- le ventricule gauche est de taille normale,
- l'artère pulmonaire est élargie avec dilatation du ventricule droit,
- le temps de circulation pulmonaire est augmenté, témoin de l'hypertension pulmonaire pré ou post capillaire,
- les cavités gauches restent longtemps visibles avec une prépondérance marquée pour l'oreillette.

L'insuffisance mitrale se caractérise par :

- une augmentation de l'oreillette gauche, avec dilatation du ventricule,
- une persistance de l'image des cavités gauches,
- l'augmentation du temps de circulation pulmonaire et global.

L'insuffisance aortique peut être suspectée devant :

- la dilatation du ventricule gauche,
- la persistance de l'image du ventricule gauche et de l'aorte tout au long de l'examen,
- l'empreinte visible de la valve aortique du fait de changements brusques de l'activité isotopique.

La sténose aortique comporte :

- une petite cavité aortique due à l'hypertrophie musculaire qui se marque par :
  - . l'élargissement de l'espace entre l'activité pulmonaire gauche et la cavité ventriculaire,
  - . l'élargissement du septum,
- l'aorte ascendante post sténotique est dilatée.

LES PERICARDITES (BONTE, 9 - SAMUELS, 58)

- l'angiocardiographie peut révéler des épanchements discrets (100 à 150 cc),
- le diagnostic repose sur :
  - . retrécissement à l'origine de la veine cave supérieure,
  - . absence de fixation cernant les cavités cardiaques et les séparant du parenchyme pulmonaire,
  - . ce trou isotopique semble spécifique d'une atteinte péricardique..

Enfin d'autres circonstances pathologiques peuvent être révélées par la gamme-angiographie :

- tumeur intracardiaque par une image d'imputation constante. Ainsi ont pu être discernés :
  - . un myxome de l'oreillette (KRISS, 33)
  - . une tumeur ventriculaire droite métastatique d'un néoplasme colique (STEINER, 62)
- myocardiopathies devant une dilatation isolée, inexpliquée par ailleurs, des quatre cavités cardiaques avec ralentissement du débit cardiaque,

- anévrysmes ventriculaires par une saillie permanente, parfois mieux dégagée par certaines incidences. Cette saillie reste radioactive alors que les autres structures cardiopulmonaires se sont effacées.

- diverses cardiopathies congénitales complexes :
  . canal artériel avec shunt droit gauche (KRISS, 34)
  . maladie d'Ebstein (GRAHAM, 21 - MASON, 37)
  . atrésie pulmonaire

Peu de grandes séries ont été rapportées permettant de confronter cette technique aux autres explorations.

KRISS et coll. (34), rapportent 120 patients ayant bénéficié d'un tel examen, et âgés de 1 mois à 81 ans.

. 23 fois le diagnostic suspecté a pu être éliminé,
. 97 fois le diagnostic de cardiopathie a pu être posé, dont 25 fois celui de cardiopathie congénitale,
. chaque fois le diagnostic s'est trouvé corrêlé aux autres examens paracliniques ; phonocardiogramme, échocardiogramme, cathétérisme. Enfin, parfois l'exploration chirurgicale a précisé les lésions anatomiques exactes.

On peut relever ;

. communication interauriculaire	10
. communication interventriculaire	3
. tétralogil de Fallot	4
. sténose pulmonaire	3
. transposition corrigée	2
. transposition non corrigée	2

. coarctation aortique	3
. canal artériel	1
. sténose aortique sus orificielle	1
. veine cave gauche	1
. insuffisance mitrale	21
. retrécissement mitral	21
. insuffisance aortique	6
. retrécissement aortique	9
. insuffisance tricuspidienne	1
. anévrysme ventriculaire	9

HERLEY et coll (27) rapportent une étude portant sur 76 sujets âgés de 1 mois à 55 ans, dont 30 sont atteints de cardiopathie congénitale cyanogène et 16 sans cardiopathie.

Sur les 30 malades atteints de cardiopathie congénitale cyanogène, 27 ont eu un cathétérisme avant ou après l'angiographie isotopique, prouvant le shunt droit-gauche.

30 fois le shunt droit-gauche a été confirmé par l'exploration isotopique.

Sur les 46 patients restant, 3 fois le diagnostic isotopique s'est révélé faussement anormal. Une fois la dose injectée était insuffisante, deux fois la position du sujet était inadéquate.

Plus récemment ENDO (17) et CHRISTENSEN (14) proposent la perfusion d'isotopes dans les coronaires. Associée à une coronagraphie, elle permet d'apprécier la vascularisation du myocarde conjointement à l'état des vaisseaux.

Quelle est donc la place de cet examen dans l'échelle des explorations d'une cardiopathie ?

Il est certain que les renseignements obtenus sont grossiers et ne donnent ni les images finies d'une angiographie conventionnelle, ni les renseignements d'ordre hémodynamique.

Néanmoins étant donné son inocuité, sa fidèlité certaine, la rapidité des renseignements quel que soit l'état dinique et l'âge du patient, il semble logique de l'envisager.

- pour différencier une atteinte cardiaque d'une atteinte respiratoire chez un malade cyanosé, surtout chez l'enfant et le nourrisson,
- pour sélectionner les malades justiciables d'un cathétérisme ou d'une angiographie opaque,
- pour surveiller les résultats et les suites post-opératoires de la chirurgie cardiovasculaire,
- pour vérifier les effets d'un traitement médical,
- pour explorer les malades dont l'état contre-indique toute exploration traumatisante,
- enfin chez les sujets sensibles aux produits de contraste.

LES VAISSEAUX CEREBRAUX.

La gammaangiographie isotopique est actuellement étudiée tant pour préciser l'état fonctionnel des quatre vaisseaux artériels du cou que pour préciser à l'étage cérébral la nature des diverses lésions endocraniennes et ce associée à l'artériographie et au gammaencéphalogramme.

Les résultats sont assez contradictoires et expliquent le nombre des publications faites à ce sujet (1, 2, 3, 6, 11, 23, 26, 30, 40, 44, 53, 54, 57, 63).

Néanmoins, ce peut être une méthode d'appoint, éventuellement pour décider d'une chirurgie artérielle préventive (STEMMERS, 63), Sur le plan cérébral, les shunts artério veineux objectivés dès les premières secondes, et les méningiomes sont les deux lésions dont le diagnostic bénéficie le plus de cette nouvelle exploration (ROSENTHALL, 53 - 54 - ANCRI, 2, 3).

L. ROSENTHALL, (55) est le premier en 1965 a mettre en évidence sur une scintigraphie cumulée la baisse du flux dans l'aire de la sylvienne gauche chez un malade ayant une thrombose connue de la carotide interne gauche.

BELL (6), en 1968, sur 225 angiographies associées au balayage standard détecte 35 cas de sténoses ou d'occlusions des gros vaisseaux alors que la gammagraphie fixe était normale.

MAYNARD (40), en 1969 fait part de son expérience. Il pratique une angiographie isotopique chez tous les patients ayant une gamma-encéphalographie.

La dose de technetium injectée est la même, 10 millicuries en 3 cc, la caméra est placée en regard du front et dirigée vers l'axe du cou.

Cette technique permet de visualiser les deux carotides, les deux sylviennes, les deux cérébrales antérieures et la plupart des veines du cerveau. Les deux cérébrales antérieures sont confondues. L'aspect réalisé est donc celui d'une étoile à cinq branches. (AKERMAN - 1).

Il objective ainsi, en l'absence de toute anomalie sur le gammaencéphalogramme des occlusions sévères ou des thromboses des vaisseaux du cou ou endocraniens.

Ces lésions peuvent être précisées en l'absence de tout infarcissement et se caractérisent par des zones de moindre activité du temps artériel. La circulation collatérale artérielle peut cependant n'apparaître qu'au temps veineux.

Cependant une hypovascularisation peut également correspondre à un déplacement vasculaire par un processus tumoral.

L'artériographie isotopique semble donc apporter une nouvelle dimension à l'isotopie classique sans exposer à une irradiation complémentaire.

GRIEP (23) et coll. sur une étude de 49 malades : couplée avec l'examen clinique, la prise de tension de l'artère centrale de la rétine et l'artériographie classique sont malgré tout frappés par le manque de corréllation.

Sur six sténoses partielles (50 à 80 % du flux), trois passent inaperçus à l'angiographie isotopique.

Sur 14 occlusions totales, onze seulement sont démontrées, trois fois la vertébrale a été prise pour une carotide interne.

Enfin chez 29 sujets normaux, il y eu trois faux positifs non expliqués par une lésion intracranienne, une erreur technique, ou une baisse du flux extracranien.

C'est ce manque de fiabilité qui a soulevé les critiques des chirurgiens présents lors du rapport de STEMMER et collaborateurs (63). Ces auteurs envisagent de sélectionner les sujets pouvant bénéficier d'une endarteriectomie carotidienne sur les seules données de l'angiographie isotopique.

Sur 25 malades étudiés, un seul des huit sujets ayant un flux cérébral conservé a été amélioré par la chirurgie réparatrice.

A l'inverse, sur 17 patients ayant un flux cérébral anormal, 9 ont eu une amélioration nette en post opératoire, tant clinique qu'isotopique. (dans chaque groupe un malade a été aggravé par l'intervention).

Un certain recul est donc nécessaire pour préciser la place de cette exploration dans l'étude des gros vaisseaux du cou.

Il semble néanmoins logique :

- de l'employer comme l'on proposé BURKE et HALKO (11) dans l'étude du flux cérébral, et
- de l'envisager :
  . dans l'étude des lésions unilatérales chez des sujets ne se plaignant que de vagues symptomes sans signe neurologique objectif,

dans l'exploration de la circulation cérébrale des sujets devant bénéficier d'une chirurgie vasculaire réparatrice abdominale,

- dans la surveillance post opératoire des sujets ayant eu une chirurgie vasculaire réparatrice.

Enfin GOODMAN (20) propose cette méthode dans l'étude et la détermination de la mort cérébrale.

CONCLUSIONS

L'angiographie isotopique est réalisée en suivant la progression dans le champ d'une caméra à scintillation d'un "embol" de technetium 99 m de 10 millicuries.

Cette méthode indolore et d'une inocuité totale, semble être extrémement intéressante dans la visualisation des gros troncs artériels et veineux, et des cavités cardiaques.

Un recul est nécessaire pour apprécier ses indications dans l'exploration des artères cérébrales et des vaisseaux distaux.

Utilisable chez l'adulte comme chez l'enfant, elle semble devoir acquérir une place de choix parmi les autres explorations des anomalies vasculaires.

Il semble logique dès à présent de la proposer :

- chez des sujets dont l'état général ne permet pas des explorations fines,
- comme premier examen pour poser à bon escient les indications d'une opacification vasculaire conventionnelle, notamment chez des malades non hospitalisés,
- comme élément de diagnostic des compressions vasculaires tumorales notamment de siège médiastinal,
- comme élément de dépistage des thromboses ou des anévrysmes des gros troncs vasculaires,

- comme élément de surveillance dans les suites de la chirurgie des tumeurs, de la chirurgie artérielle réparatrice, de la chirurgie cardio-vasculaire,

- enfin comme seul examen chez les sujets intolérants aux produits de contraste.

L'apparition de nouveaux isotopes à demie vie moins longue Iridium et Argent pourra encore diminuer l'irradiation pourtant déjà minime induite par cette technique.

Malgré son coût élevé actuel, l'angiographie isotopique mérite donc d'être plus largement connue et de rentrer dans l'arsenal diagnostic de l'Interniste.

BIBLIOGRAPHIE

1. AKERMAN (M), KOUTOULIDIS (C) - Angioscintigraphie cérébrale au TC 99 m Rev. Neurologie - 122 - 343-345 - Mai 70.

2. ANCRI (D) - La cinégammagraphie cérébrale - Revue Neurologie - 1971 - 125 131-154.

3. ANCRI (D) - La cinégammagraphie cérébrale - évolution dans l'exploration gammagraphie - La Nouvelle Presse Médicale - 1972-4 - 231-232.

4. ANGER (H. O.) - Scintillation camera - Revue Scint. Instruments - 29-27 - 1958.

5. BAUM (S), STEIN (G), KOSON (K) - Complications of no arteriography. Radiology - 86 - 835-838.

6. BELL (R. L.) - Brain scans with concomitant cerebral blood flow. - J. Nuclear Med. 9 : 303 - June 1968.

7. BLOCK (M. B.), THOMPSON (J. S.), POLCYN (R. E.) - Anaphylactoïd reaction to technetium 99 m sulfur colloïd stabilized with gelatin - Amer. J. Dig. Disease - vol. 15 - 6 - 569-571 - June 1970.

8. BONTE (F. J.) et coll. - Scintillation scanning in differential diagnosis : thoraco abdominal midline masses. - J. A. M. A. 175-221 - 1961.

9. BONTE (F. J.), CHRISTENEN (E. E.), CURRY (T) - TC 99 m pertechnetate angiocardiography in the diagnosis of superior mediastinal masses and pericardial effusions. - Amer. J. Roentgen. 107 404-412 - oct. 1969.

10. BOUCKAERT (A) - La scintigraphie cardio vasculaire - Coeur et Médecine Interne - tomme VII - 97-107 - 1968.

11. BURKE (G), HALKO (A) - Cerebral blood flow studies with sodium pertechnetate TC 99 m and the scintillation camera. - J. A. M. A. 204 - 4 - 319-324 - 1968.

12. BURKE (G) et coll. - Determination of cardiac output by radioisotope angiography - J. Nucl. Med. 12, 112 - 6 Mar. 71.

13. CHARKES (N. D.), SKLAROFF (D. M.) - Radioisotope photo scanning as a diagnosis aid in cardio vascular disease. A safe simple method for diagnosis pericardial effusion and aortic anevrysm. J. A. M. A. 186-920 - 1963.

14. CHRISTENSEN (E. E.), BONTE (F. J.) - Radionuclide coronary angiography and myocardial blood flow. - Radiology 95 497-503 - Jun. 70.

15. CONWAY (J. J.), SHERMAN (J. O.) - Evaluation of chest masses in children with early and delayed radionuclide angiography. - Amer. J. Roentgen. 108 - 575-81 - Mar. 70.

16. DOUTRE (L. P.), TAVERNIER (S), DELORME (G) - Complications thrombo emboliques de l'artério rétrograde transcutanée par la méthode de Seldinger. - Arch. Fr. Mal. Ap. Digestif. 1970-59, 703-708.

17. ENDO (H), YAMAZAKI (T), KONNO (S), HIRATSUKA (H), AKIMOTO (T), TANAKA (T), SAKAKIBARA (S) - The direct diagnosis of human myocardial ischemia using. 131 I MAA via the selective coronary catheter. - Amer. Heart. Jour. 80-498 1970.

18. EPFELBAUM (R), HELENON (Ch), LEWI (D), RETTORI (R), DIMARIA (G) - Complications des explorations par cathétérisme artériel rétrograde percutané - J. Chir. 94 - 69-74.

19. FISH (M. B.), POLLYCOVE (M), O'REILLY (S), KHENTIGAN (A), KOCK (R) - Vascular characterization of brain lesions by rapid sequential cranial scintiphotography. - J. Nucl. Medecine 9. 249-259 - Jun. 1968.

20. GOODMAN (J. M.), MISHKIN (F. S.), DYKEN (M) - Determination of brain death by isotope angiography - J. A. M. A. 209 : 1869 - 1969.

21. GRAHAM (T. P.), GOODRICH (J. K.), ROBINSON (A. E.) - Scintiangiography in children : rapid visualisation of the heart and great vessels after intraveinous injection of radionuclide - Amer. J. Cardiology - 25, 387, 94 - Ap. 70.

22. GREMY (F), PERRIN (J) - Eléments de biophysique - Flammarion Editeur - Paris 1971.

23. GRIEP (R. J.), WISE (J), MARTY (R) - Detection of carotid artery obstruction by intraveinous radionuclide angiography - Radiology 97, 311, 6 - nov. 70.

24. HAAS (J. P.), DIETZ (H), WOLF (R) - Gehirnszintigraphie mith 99 m TC - Acta Rx Stockolm - 9. 608 - 14 - 1969.

25. HARPER (P. U.), LATHROP (K. A.), JIMINEZ (F), FINF (R) - TC 99 m as a scanning agent - Radiology 1965 - 85-101.

26. HANDA (J), NABESHIMA (S), HANDA (H), HAMAMOTO (K), KOUSAKA (T), TORIZUKA (K) - Serial brain scanning with TC 99 m and scintillation camera - Amer. J. Roentgen. 1969 - 106-4 708-723.

26 bis. HALPHERN (M) - Percutanée transfemoral arteriography : an analyse of complications in 1000 consecutives cases. - Amer. J. Roentgenol. 92 - 918-934 - 1964.

27. HURLEY (P. J.), STRAUSS (H. W.), WAGNER (H. N.) - Radionuclide angiocardiography in cyanotic congenital heart disease - John Hopkins Med. Journal - 127 - 46-54 - July 70.

28. JOHNSON (P. M.), HILAL (S. K.), FREEDMAN (G. S.), REILLY (J. A.), WOOD (E. H.) - Regional cerebral perfusion with the image internfrei - Acta Radiol. Stockolm - 9 615-25 - 1969.

29. KAHN (P. C.), CALLOW (A. D.) - Catheter aortography in the diagnosis of abdominal aortic anevrysms. - Amer. J. Roentgen. 98 879 - 1966.

30. KENNADY (J. C.), POTTER (R), CHIN (F), SWANSON (L) - Assessment of cerebral lesions by rapid sequential scintiphoto - J. Nucl. Med. 1968 - 9 - 423-425. .

31. KRISHNAMURTHY (G. T.), WINSTON (M. A.), WEISS (E. R.), BLAHD (W. H.) Demonstration of collateral pathways after superior vena cava obstruction with the scintillation camera - J. of Nuc. Med. 12-4 189-191

32. KRISS (J. P.), MATIN (P) - Diagnosis of congenital and acquired cardiovascular diseases by radioisotope angiocardiography - Trans. Ass. Amer. Physicians - 82:109-120 - 1969.

33. KRISS (J. P.), ENRIGHT (L. P.), HAYDEN (W. G.), WEXLER (L), SHUMWAY (N. E.) - Radioisotopic angiocardiographie - Circulation - 43, 792-808 - Jun. 1971.

34. KRISS (J. P.), BONNER (W. A.), LEVINTHAL (E. C.) - Variable time lapse videoscintiscope a modification on the scintillation camera designed for rapid flow studies. - J. Nucl. Med. 10:249-251 - 1969.

35. LENARDUZZI (G) - La scintigraphie au technetium en pathologie gastrique. Minerva Medica - 61-3572-3-29. 8. 70 (Abstract.).

36. LOKEN (M. K.), PONTO (R), BACHE (R), BURCHELL (H) - Intraveinous radioisotope angiography with computer processing of data. Amer. J. Roentgen. Radium Ther. Nucl. Medecine - 112 : 682-690 - Aug. 71.

37. MASON (D. T.), ASHBURN (W. L.), HARBERT (J. C.) - Rapid sequential visualization of the heart and great vessels in man using the wide field Anger scintillation camera. Circulation - 39 19;28.

38. MATIN (P), KRISS (J. P.) - Radioisotopic angiocardiography : Finding in mitral stenoses and mitral insufficiency - J. Nucl. Med. 11-723 - 1970.

39. MATIN (P), RAY (G), KRISS (J. P.) - Combined superior vena cava obstruction and pericardial effusion demontrated by radioisotopic angiocardiography - J. Nucl. Med. 11 78-80 - 1970.

40. MAYNARD (C. D.), WITCOFSKI (R. L.) - Radioisotope arteriography - Radiology - 92, 908-912 - mar. 69.

41. MAXFIELD (W), MECKSTROTH (GR) - Technetium 99 m superior venacavography - Radiology - 92 - 913-917 - 1969.

42. MEEK (D), BROWN (D), SHMOCK (C) - Demonstration of ventricular anevrysms by radioisotope scanning - Radiology 85-856-869 - 1965.

43. MYERS (W. G.) - Dynamic studies with gammaray scintillation camera - Med. Radioisotope scanning - Vol. I. N. Y. Nat. Agency for Inter. Pub. 1965 - 377-390.

44. NAOUN (A) - Existence et diagnostic de nature des lésions intracraniennes par la scintigraphie au TC 99 m - Thèse Nancy 1970.

45. NELP (W. B.) et coll. - Long term distribution and excretion of 99 m TC in humans - J. Nucl. Med. 1965 - 6 - 340.

46. NOUEL (J. P.) et coll. - Le marquage des hematies par le TC 99 m - son intérêt clinique - P. M. 78-73 - 1970.

47. POLCYN (R. W.), POTESHMAN (N. L.), GOTTSCHALK (A) - Isotope angiocardiography with 99 m technetium - J. Nucl. Medecine - 7-374-1966

48. POILLEUX (J), BIGOT (R), HIVET (M) - Les accidents de l'artériographie percutanée rétrograde - Ann. Chir. 25 483-490.

49. POWELL (M. R.), ANGER (H. O.) - Blood flow visualisation with the scintillation camera - J. Nucl. Med. 7:729 - 1966.

50. REJALI (A. H.), MAC INTYRE (W. S.), FRIEDEL (H. L.) - A radioisotope method of visualisation of blood pools - Amer. J. Roentgenology 79. 129 - 1958.

51. ROBICSEK (F), DAUGHERTY (H. K.) - Value of angiography in the diagnosis of unruptured anevrysms of the abdominal aorta - Ann. Thor. Surgery 11 - 538 - 50 - Jun. 71.

52. ROSENTHALL (L) - Intraveinous radionuclide angiography - J. Canad. Ass. Radiol. 54 - 20, 114-8 - Jun. 69.

53. ROSENTHALL (L) - Intrarterial radionuclide cerebral angiography - Radiology 95 - 325 - 32 - May 70.

54. ROSENTHALL (L) - Detection of altered cerebral arterial blood flow using T 99 m and the gamma ray scintillation camera - Radiology 88 713-718 - 1967.

55. ROSENTHALL (L) - Application of the gamma ray scintillation camera to dynamic studies in man - Radiology 86 - 634-639 - 66.

56. ROSENTHALL (L) - Radionuclide venography using TC 99 m and the gamma ray scintillation camera - Amer. J. Roentgenology. 97-871 1966.

57. ROSENTHALL (L), CHAN (J), SIDHU (R) - Combined radiocontrast and radionuclide cerebral angiography - Radiology 92 - 1223-1228 - may 69.

58. SAMUELS (L. D.) - Rapid diagnosis of pericardial effusion with TC 99 m pertec. - J. Pediat. 76 125-8 - jan. 70.

59. SMITH (E. M.) - Internal dose calculation for TC 99 m - J. Nucl. Med. 1965 - 6-221-251.

60. SMITH (E. M.), SMOAK (W. H.), GILSON (A. J.) - Letter to editor - J. Nucl. Med. 8:896 - 1967.

61. SON (Y), WETZEL (R. A.), WILSON - TC 99 m pertechnetate scintiphography as diagnostic and follow up aid in major vascular obstruction due to malignant neoplasm - Radiology 91:349-357 - 1968.

62. STEINER (R), BULL (H), KUMPEL (F), WEXLER (L), KRISS (J. P.) - Intercardiac metastases of colon carcinoma - Amer. J. Cardiology 26 - 300 - 1970.

63. STEMMER (E. A.), LEINS (P. A.), BODFISH (R. E.), CONNOLY (J. E.) - Radioisotopic angiography in the selection of patients for cerebrovascular reconstructive surgery. - Amer. J. Surgery 120 166-172 - Aug. 70.

64. STIPA (S), SHAW (R. S.) - Aorto iliac reconstitution through a retroperitoneal approach. - J. Cardio. Surgery (Torino) - 9:224 - 1968.

65. - VAGENAKIS - Duration of radioactivity in the milk of a nursing mother following 99 m TC administration - J. Nucl. Med. 12.188 - ap. 71.

66. de VERNEJOUL (P) - La scintigraphie cardiaque - Revue du Praticien - 21 - 2109 - 1971.

67. VINOT (J. M.) - Contribution à l'étude de la scintigraphie cardiaque - Thèse Médecine 1971 - U. E. R. Cochin Port-Royal.

68. YANO (Y), HANGER (H. O.) - Ultra short lived radioisotopes for visualizing blood vessels and organs. J. Nucl. Med. 9-2-1968.